

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-179388

(43)Date of publication of application : 12.07.1996

(51)Int.Cl.

G02F 1/35
H01S 3/07
H01S 3/131

(21)Application number : 06-325529

(71)Applicant : FUJITSU LTD
NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 27.12.1994

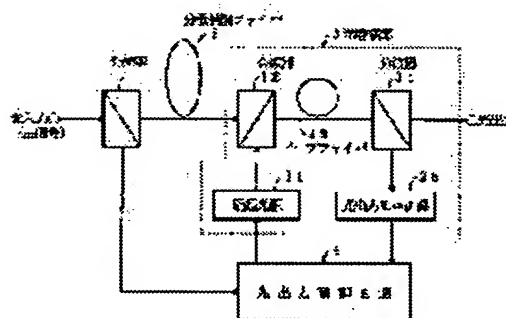
(72)Inventor : SUGAYA YASUSHI
KATAOKA TOMOYOSHI

(54) OPTICAL AMPLIFIER

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent effect of an optical surge from being imparted to a post- stage by providing an optical amplifier part and an optical output control circuit for monitoring an optical output of an optical demultiplexer and lowering the gain of the optical amplifier part when a surge optical input is detected within a prescribed time.

CONSTITUTION: The optical input is divided into two parts by the demultiplexer 1, and one side is fed to the optical output control circuit 4 and the other side is fed to the optical amplifier part 3 after being delayed by a prescribed time with a dispersion compensation fiber 2. While the optical input is delayed with the dispersion compensation fiber 2, the optical output control circuit 4 monitors the optical output from the demultiplexer 1, and controls the optical amplifier part 3 to lower its gain when it detects the input of the optical surge. Further, by connecting the dispersion compensation fiber 2 to the optical amplifier part 3, a compensation function for transmission quality deterioration due to transmission line dispersion in a transmission line fiber in which a transmission wavelength does not match with a zero dispersion wavelength is provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

- [Date of registration]
- : [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
- : [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
- [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

JP-A-H08-179388

Figure 1

Block principle diagram of invention (1)

Light input

Branch device

Dispersion compensation fiber

Optical amplification part

Optical output

Figure 2

Block example of optical amplification part of invention (1)

Optical input (Main signal)

Splitter

Dispersion compensation fiber

Optical amplification part

Combiner

Splitter

Dope fiber

Pump light source

Light output monitor part

Optical output control circuit

Light output

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-179388

(43)公開日 平成8年(1996)7月12日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/35	5 0 1			
H 0 1 S 3/07				
3/131				

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平6-325529

(22)出願日 平成6年(1994)12月27日

(71)出願人 000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号

(71)出願人 000004226
日本電信電話株式会社
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 菅谷 靖
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 片岡 智由
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日
本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 茂泉 修司

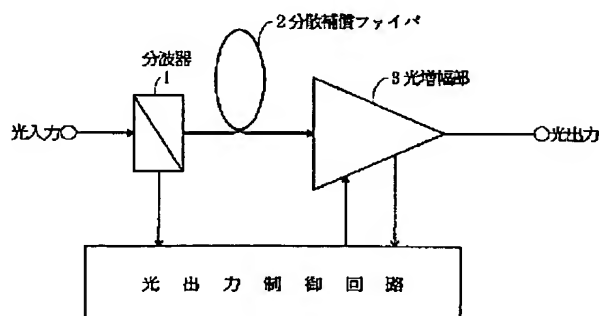
(54)【発明の名称】 光増幅装置

(57)【要約】

【目的】 光増幅多中継システムにおいて用いられる光増幅装置に関し、光サージの影響を後段に与えない様にする。

【構成】 光増幅装置の光伝送経路に分散補償ファイバを挿入し、入力光が分散補償ファイバを通過している間に光サージの検出を行い、この光サージ検出時に光増幅部での利得を低減又は遮断する。

本発明 (その 1) の構成原理図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 信号光入力を分岐する分波器（１）と、該分波器（１）の一方の光出力を所定時間遅延させるに十分な長さを有する分散補償ファイバ（２）と、該分散補償ファイバ（２）の光出力を光増幅する光増幅部（３）と、該分波器（１）の他方の光出力をモニタして光サージ入力を該所定時間内で検出したとき該光増幅部（３）の利得を低下させる光出力制御回路（４）と、を備えたことを特徴とする光増幅装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光増幅装置において、該光増幅部（３）が、該光出力制御回路（４）によって制御される励起光を発生する励起光源（３１）と、該励起光と該分散補償ファイバ（２）の光出力とを合成する合波器（３２）と、該合波器（３２）の光出力を増幅するドープファイバ（３３）と、該ドープファイバ（３３）の光出力を分岐させる分波器（３４）と、該分波器（３４）から分岐された光出力をモニタして該光出力制御回路（４）に与える光出力モニタ部（３５）とで構成され、該光出力制御回路（４）が該分波器（１）の他方の光出力をモニタして該光サージを検出したとき該励起光源（３１）からの励起光を減少させることを特徴とした光増幅装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の光増幅装置において、該光増幅部（３）が更に、該光出力制御回路（４）が該分波器（１）の他方の光出力をモニタして該光サージを検出したとき該ドープファイバ（３３）の増幅帯域内波長の光出力を発生する別の光源（３６）と、該別の光源（３６）の光出力を該光増幅部（３）の光主信号に合波させる別の合波器（３７）と、出力側の分波器（３４）の前段に設けられた該増幅帯域内波長の光出力を遮断するためのフィルタ（３８）とを含んでいることを特徴とした光増幅装置。

【請求項 4】 請求項 2 に記載の光増幅装置において、該光増幅部（３）が更に、該光出力制御回路（４）が該分波器（１）の他方の光出力をモニタして該光サージを検出したとき光主信号を更に高い励起準位に励起するための波長光を発生する別の励起光源（３９）と、該別の励起光源（３９）の光出力を該光増幅部（３）の光主信号に合波させる別の合波器（３７）と、出力側の分波器（３４）の前段に設けられ該別の励起光の出力波長を遮断するためのフィルタ（３８）とを含んでいることを特徴とした光増幅装置。

【請求項 5】 請求項 2 に記載の光増幅装置において、該光増幅部（３）が更に、該ドープファイバ（３３）と出力側の分波器（３４）との間に設けられ逆方向光投入を行うためのサーキュレータ（４０）と、該出力側の分波器（３４）と該光出力モニタ部（３５）との間に設けた分岐カプラ（４１）と、該光出力制御回路（４）によって制御され該光サージ検出時に該分岐カプラ（４１）

の一方の分岐光出力を該サーキュレータ（４０）に入力する光を制御する光スイッチ（４２）とを含んでいることを特徴とした光増幅装置。

【請求項 6】 請求項 2 に記載の光増幅装置において、該光増幅部（３）が更に、該ドープファイバ（３３）と出力側の分波器（３４）との間に設けられ逆方向光投入を行うためのサーキュレータ（４０）と、該サーキュレータ（４０）と該出力側の分波器（３４）との間に設けられ光主信号以外の光信号を分岐するための波長分岐フィルタ（４３）と、該光出力制御回路（４）によって制御され該光サージ検出時に該フィルタ（４３）の分岐光出力を該サーキュレータ（４０）に入力する光を制御する光スイッチ（４２）とを含んでいることを特徴とした光増幅装置。

【請求項 7】 請求項 1 又は 2 に記載の光増幅装置において、該光増幅部（３）の出力側に、該光出力制御回路（４）が該光サージ入力を該所定時間内で検出したとき該光出力制御回路（４）からの制御信号により該光増幅部（３）の光出力を低下させる可変光減衰器（５）を設けたことを特徴とする光増幅装置。

【請求項 8】 請求項 7 に記載の光増幅装置において、該可変光減衰器（５）の代わりに該光増幅部（３）の出力光を ON/OFF する光スイッチ（５'）を用いることを特徴とした光増幅装置。

【請求項 9】 請求項 4 に記載の光増幅装置において、該光スイッチ（５'）をバイパスする光分岐部（６）を設け、該光出力制御回路（４）が該光スイッチ（５'）を OFF にしたとき該光分岐部（６）が該光増幅部（３）の光出力を減衰させることを特徴とした光増幅装置。

【請求項 10】 請求項 7 乃至 9 のいずれかに記載の光増幅装置において、該分散補償ファイバ（２）が該光増幅部（３）の前段でなく後段に設けられていることを特徴とした光増幅装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は光増幅装置に関し、特に光増幅多中継システムにおいて用いられる光増幅装置に関するものである。

【0002】 近年、光通信システムの研究開発において、特に光増幅技術の目覚ましい進展により光増幅多中継システムの開発が活発に行われているが、従来の再生中継技術と異なり、ドープファイバ光増幅器、半導体光増幅器といった線形増幅中継技術では、光のまま、いわば線形に増幅し更に伝送速度に依存することなく光増幅中継を可能にする。

【0003】 現在、この光増幅中継技術の実用化に向けて様々な検討が行われている。

【0004】

【従来の技術】 図 14 には従来の光増幅装置の基本構成

が示されており、光入力光増幅部 51 で増幅された後、分波器 52 を通って光中継出力となるが、この分波器 52 からの光出力の一部をモニタし、光増幅装置として一定にしたいパラメータ（主信号出力、励起光出力、主信号利得等）を光出力制御回路 53 により帰還をかけて光増幅部 51 の利得制御を行っている。

【0005】即ち、光出力制御回路 53 では、分波器 52 の分岐出力を光検出部 61 で光検出し且つ電気信号に変換して増幅部 62 で増幅した後、誤差検出部 63 に与える。この誤差検出部 63 には設定値 r_{ef} が与えられているのでこれとの誤差により駆動回路部 64 を駆動して光増幅部 51 を制御している。

【0006】従って、光入力の変動に対しては、この光出力制御回路 53 が光増幅部 51 の出力レベルを設定値 r_{ef} に対応した一定値に保つことにより変動を吸収し光伝送系の安定動作を図っている。

【0007】このような光増幅装置に用いる光増幅部としては、特にエルビウム (E_r) ドープファイバ光増幅器があるが、その他の添加物によるファイバ型光増幅器や半導体光増幅器がある。

【0008】図 15 には E_r ドープファイバ光増幅器を用いた従来の光増幅装置が示されており、このような

ープファイバ 72 に励起光（ポンピング光）が励起光源 76 から合波器 71 を介して入射されると、 E_r 原子が高いエネルギー準位に励起される。

【0009】このように高いエネルギー準位に励起されたドープファイバ 72 中の E_r 原子に光入力（信号光）が入ってくると、 E_r 原子が低いエネルギー準位に遷移するが、この時、光の誘導放出が生じ、信号光のパワーがドープファイバ 72 に沿って次第に大きくなり信号光の増幅が行われる。

【0010】そしてこの信号光の一部を分波器 73 で分岐して光出力モニタ部 74 によりそのモニタ出力を光出力制御回路 75 に与えると、光出力制御回路 75 は一定の利得が与えられるように励起光源 76 の出力を制御する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】光増幅装置で多中継する方式では、中継区間に図 16 (a) に示すような変動点がある。このような光波形の生成要因は次の表に示す通りである。

【0012】

【表 1】

光サージ発生要因となる光波形の生成要因

光波形	生成要因
(1)	試験伝送時に切替え瞬断タイプの光減衰器を用いて 10 db ステップの切替えを行った時等
(2)	伝送路中の光コネクタを外そうとして外せず、そのままバネで接続状態に戻った時等
(3)	伝送路中の光コネクタを外して、すぐに接続をした時等

【0013】このような入力変動が要因となり、出力段では同図 (b) に示すような光のサージが発生する。

【0014】そして、この光サージのピークが更に次の光増幅装置で増幅され、その受信段でフォトダイオード、IC などを破壊する可能性があった。

【0015】特に、従来技術に於いて急激な光サージに対応して励起光源或いは励起電流を帰還ループで低下させる方式では、励起準位の寿命が 10 ms と長い場合制御応答が間に合わず逆に光サージが発生或いは助長させてしまう。

【0016】また現在、既存の光伝送の幹線系システムでは、特に光通信系が早期に導入された北米において、1.3 μm 零分散のシングルモードファイバが既に多く敷設されている。

【0017】しかし、現在主流である 1.55 μm 長距離伝送システムにおいては、伝送ファイバの分散（構造分

散、屈折率分散）の影響が大きく伝送帯域制限を受ける。

【0018】従って、送信側で故意にチャージングをかける等して伝送路分散を補償し大容量伝送化を図らなければならなかった。

【0019】従って本発明は、光サージの影響を後段に与えない様にできる光増幅装置を提供する事を目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段及び作用】上記の目的を達成するための本発明の各手段とその作用をそれぞれの原理図を参照して以下に説明する。

【0021】(1) 本発明 (その 1) : 図 1

本発明では、信号光入力を分岐する分波器 1 と、該分波器 1 の一方の光出力を所定時間遅延させるに充分な長さを有する分散補償ファイバ 2 と、該分散補償ファイバ 2

の光出力を光増幅する光増幅部 3 と、該分波器 1 の他方の光出力をモニタしてサージ光入力を該所定時間内で検出したとき該光増幅部 3 の利得を低下させる光出力制御回路 4 とを備えている。

【0022】この構成の動作においては、光入力は分波器 1 で二つに分けられ、一方が光出力制御回路 4 に与えられると共に他方は分散補償ファイバ 2 で所定の時間だけ遅延を受けた後、光増幅部 3 に与えられる。

【0023】この分散補償ファイバ 2 で光入力が遅らされている間、光出力制御回路 4 は分波器 1 からの光出力をモニタして光サージの入力を検出した時には光増幅部 3 の利得を低下（遮断を含む）させるように制御を行う。

【0024】従って、後続の光伝送系には光サージの影響を与えないようにすることができる。尚、光増幅部 3 に分散補償ファイバ 2 を連結していることにより、送信波長と零分散波長の一致しない伝送路ファイバにおける伝送路分散による伝送品質劣化の補償機能を持たせている。

【0025】①光増幅部 3 の構成例（その 1）：図 2
図 1 に示した光増幅部 3 は、光出力制御回路 4 によって制御される励起光を発生する励起光源 3 1 と、該励起光と分散補償ファイバ 2 の光出力とを合成する合波器 3 2 と、該合波器 3 2 の光出力を増幅するドープファイバ 3 3 と、該ドープファイバ 3 3 の光出力を分岐させる分波器 3 4 と、該分波器 3 4 から分岐された光出力をモニタして該光出力制御回路 4 に与える光出力モニタ部 3 5 とで構成することができる。そして、光出力制御回路 4 は分波器 1 の他方の光出力をモニタして光サージ検出時に励起光源 3 1 からの励起光を低減させる。

【0026】この構成例では、分波器 1 から分岐した光入力を受けた光出力制御回路 4 が光サージの入力を検出した時、励起光源 3 1 と合波器 3 2 とドープファイバ 3 3 と分波器 3 4 と光出力モニタ部 3 5 と光出力制御回路 4 とで構成される光増幅部 3 の利得制御ループに対して、励起光源 3 1 の出力を低下或いは遮断させるように制御すれば、分散補償ファイバ 2 を通って合波器 3 2 に与えられた光入力はドープファイバ 3 3 でエネルギー吸収され、その増幅度（利得）が低下（或いは遮断）する。

【0027】②光増幅部 3 の構成例（その 2）：図 3
図 2 に示した光増幅部 3 は更に、光出力制御回路 4 によって制御されて該光サージ検出時にドープファイバ 3 3 の増幅帯域内波長の光出力を発生する別の光源 3 6 と、該別の光源 3 6 の光出力を該光増幅部 3 の光主信号に合波させる別の合波器 3 7 と、出力側の分波器 3 4 の前段に設けられた該増幅帯域内波長の光出力を遮断するためのフィルタ 3 8 とを含んだ構成でもよい。

【0028】この構成例では、光出力制御回路 4 が分波器 1 の他方の光出力をモニタして光サージを検出したと

きドープファイバ 3 3 の増幅帯域内波長を増幅帯域内波長光源 3 6 によってもう 1 つ投入することにより主信号光に対する光増幅部 3 の利得を下げようとするものである。

【0029】即ち、Er ドープファイバ光増幅部 3 の場合には、例えば 1.53 μm 波長のプローブ光を光源 3 6 より投入し、この波長光がドープファイバ 3 3 を透過するときに誘導放出による励起準位エネルギーの吸収を引起し、この誘導増幅された 1.53 μm のプローブ光は相対的に 1.55 μm 帯域の主信号光に対する誘導増幅度を抑圧することになる。尚、このプローブ光はフィルタ 3 8 によって阻止されて出力されない。

【0030】また、1.53 μm をプローブ光として投入する時、同時に励起光源 3 6 をも制御して低下或いは遮断させることにより光サージの抑圧効果を更に大きくする事ができる。

【0031】③光増幅部 3 の構成例（その 3）：図 4
図 2 に示す光増幅部 3 は更に、光出力制御回路 4 によって制御され光主信号を更に高い励起準位に励起するための波長光を該光サージ検出時に発生する別の励起光源 3 9 と、該別の励起光源 3 9 の光出力を該光増幅部 3 の光主信号に合波させる別の合波器 3 7 と、出力側の分波器 3 4 の前段に設けられ該別の励起光の出力波長を遮断するためのフィルタ 3 8 とを含む構成としてもよい。

【0032】この構成例では、図 3 の増幅帯域内波長光源 3 6 の代わりに励起準位励起光源 3 9 が用いられており、この場合においては、励起光による励起準位吸収（ESA）を利用する場合、励起準位吸収確率の高い光源 3 9 からの励起波長によって励起して主信号光に対する励起準位エネルギーを吸収する。

【0033】即ち、Er ドープファイバ光増幅器では光源 3 9 からの例えば 0.8 μm の波長の励起光を励起光源 3 1 からの主励起光と主信号光と共に合波し、光出力制御回路 4 の制御下で 0.8 μm の励起光により更に高い準位まで Er 原子を励起してしまい（これは誘導放出時には別の波長となる）、主信号光に対する励起エネルギーを減少させて光増幅器としての利得を総体的に減少させている。

【0034】またこの場合も励起光源 3 1 による主励起光を同時に遮断或いは低下させることにより光サージの抑圧効果を更に高めることができる。

【0035】④光増幅部 3 の構成例（その 4）：図 5
図 2 に示した光増幅部 3 は更に、ドープファイバ 3 3 と出力側の分波器 3 4 との間に設けられ逆方向光投入を行うためのサーキュレータ 4 0 と、該出力側の分波器 3 4 と該光出力モニタ部 3 5 との間に設けた分岐カプラ 4 1 と、該光出力制御回路 4 によって制御され該サージ光検出時に該分岐カプラ 4 1 の一方の分岐光出力を該サーキュレータ 4 0 に入力する光を制御する光スイッチ 4 2 とを含む構成でもよい。

【0036】この構成例においては、出力側の分波器34によって分波された主信号波長光を更に分岐カプラ41で分岐させて光スイッチ42に与える。

【0037】一方、光出力制御回路4は分波器1からの光入力をモニタすることにより光サージを検出した時には光スイッチ42を光源ONする。従って、分岐カプラ41からの余った主信号波長光はサーキュレータ40に与えられ、このサーキュレータ40により主信号光の方向と逆方向に投入されるためこの余剰主信号光の光増幅媒体透過による誘導放出により励起準位エネルギーが吸収されて主信号光に対する利得が相対的に低下（或いは遮断）されることとなる。

【0038】尚、この場合も励起光源31を同時に制御して光サージを低下或いは遮断させるようにすることも出来る。

【0039】⑤光増幅部3の構成例（その5）：図6
図2に示した光増幅部3は更に、該ドープファイバ33と出力側の分波器34との間に設けられ逆方向光投入を行うためのサーキュレータ40と、該サーキュレータ40と該出力側の分波器34との間に設けられ光主信号以外の光信号を分岐するための波長分岐フィルタ43と、該光出力制御回路4によって制御され該サージ光入力時に該フィルタ43の分岐光出力を該サーキュレータ40に入力する光を制御する光スイッチ42とを含む構成としてもよい。

【0040】この構成例では、光主信号はドープファイバ33、サーキュレータ40、フィルタ43、及び分波器34を通過して出力されるが、分波器1からの光入力により光出力制御回路4が光サージを検出したとき、光スイッチ42をONにさせると、フィルタ43で反射された主信号波長以外の波長光をサーキュレータ40に投入するのでこのサーキュレータ40によりドープファイバ33に主信号光の方向と逆方向に投入し、この主信号波長以外の波長光の光増幅媒体透過による誘導放出により励起準位エネルギーが吸収され利得を低下させることとなる。

【0041】この場合も励起光源31を用いて同時に制御を行ってもよい。

【0042】（2）本発明（その2）：図7

本発明では、上記の図1に示した本発明（その1）の光増幅装置において、図2～図6に示した種々の光増幅部3の出力側に、光出力制御回路4が該サージ光入力を該所定時間内で検出したとき該光出力制御回路4からの制御信号により該光増幅部3の光出力を低下させる可変光減衰器5を設けることができる。

【0043】これにより、光出力制御回路4は分波器1からの分岐光出力をモニタして光サージを検出した時には可変光減衰器5を制御して出力信号光を低下（遮断を含む）を行うことができる。この様な可変光減衰器としては半導体変調器、液晶、波長可変フィルタがある。

【0044】（3）本発明（その3）：図8

本発明では、図7に示した可変光減衰器5の代わりに光増幅部3の出力光をON/OFFする光スイッチ5'を用いてもよい。

【0045】この場合には光出力制御回路4が光サージを検出すると、光スイッチ5'をOFFにすることにより光増幅部3の出力信号光を遮断することができる。

【0046】（4）本発明（その4）：図9

本発明では、図8に示した構成において、光スイッチ5'をバイパスする光分岐部6を設け、該光出力制御回路4が該光スイッチ5'をOFFにしたとき該光分岐部6が該光増幅部3の光出力を減衰させることもできる。

【0047】即ち、光出力制御回路4が光スイッチ5'をON/OFFすると共に、この光スイッチ5'の前後に光分岐部6をそれぞれ設け、通常は光スイッチ5'をONにすることにより光スイッチ5'と光分岐部6の双方に出力信号光を通過させるが、光サージ検出時には、光スイッチ5'をOFFにすることにより、光スイッチ5'への信号光は遮断され、光分岐部6への光のみが出力されるので出力光を低減させることが出来ることとなる。

【0048】尚、上記の本発明において、分散補償ファイバ2を光増幅部3の前段でなく後段に設けても全く同様の作用を呈する。

【0049】

【実施例】図10は図1及び図2に示した本発明に係る光増幅装置の特に光出力制御回路の実施例を示したものであり、この実施例では、光出力制御回路4は分波器1の出力光を検出して電気信号に変換するための光検出部（光出力モニタ部）11と、この光入力検出部11の出力信号を閾値 T_h と比較するためのコンパレータ12と、このコンパレータ12の出力と設定値 r_{ref} のいずれかを選択するスイッチング回路13とを含んでいる。このスイッチング回路13はダイオード13aと13bとで構成されている。

【0050】更に、光増幅部3でモニタされた光出力を増幅する増幅部14と、この光増幅部3の励起光源（図2の励起光源31）を駆動するための駆動部15と、増幅部14の出力とスイッチング回路13の出力とを比較してその誤差により駆動部15を制御する誤差検出部16とを含んでいる。

【0051】このような実施例の動作においては、光サージが発生しない様な正常な状態においては、分波器1からの光出力は光入力検出部11で電気信号に変換されてコンパレータ12に送られると閾値 T_h を越えていないのでその出力は論理“1”（例えば5V）となる。

【0052】一方、設定値 r_{ref} は通常3V程度に設定されているので、誤差検出部16にはこの設定値 r_{ref} が与えられており、誤差検出部16はこの設定値 r_{ref} に従って制御を行う。即ち、増幅部14の出力がこの設

定値 r_{ref} に一致するように励起光源駆動部 15 を制御することとなる。

【0053】一方、光サージがあったときには、コンパレータ 12 への入力は閾値 T_h を越えるのでその出力は論理“0”（これは例えば 0V）となるので、スイッチング回路 13 は設定値 r_{ref} より低い 0V を選択することとなり誤差検出部 16 はこの値 0V を設定値として光増幅部 3 を制御するので、主信号光はエネルギー吸収を起こし光出力は遮断されることとなる。

【0054】但し、コンパレータ 12 の出力を 0 ではなく他の値に設定すれば光出力は遮断されずに一部だけ抑制された値として出力されるようになる。

【0055】図 11 は光出力制御回路 4 の他の実施例を示したものであり、この実施例は特に図 7 乃至図 9 に示した本発明（その 2～その 4）に対する実施例を示している。

【0056】この光出力制御回路 4 は図 10 に示した光入力検出部 11 とコンパレータ 12 と増幅部 14 と励起光源駆動部 15 と誤差検出部 16 とを有しているが、図 10 に示したスイッチング回路 13 は設けられておらず、その代わりにコンパレータ 12 の出力を駆動部 17 に与え、この駆動部 17 によって可変光減衰器 5 または光スイッチ 5' を制御するようにしている。

【0057】即ち、通常動作の場合には、コンパレータ 12 の出力は駆動部 17 を駆動させず可変光減衰器 5 または光スイッチ 5' は ON のままとなっているが、光サージが入力して来た時には、コンパレータ 12 の出力は論理“0”となるためこの出力を受けて駆動部 17 が可変光減衰器 5 または光スイッチ 5' を OFF にするので光スイッチは遮断されることとなる。

【0058】図 12 は光出力制御回路の更に別の実施例を示したもので、この実施例は特に図 3 及び図 4 に示した実施例に適応出来るものである。

【0059】この光出力制御回路 4 は図 10 と同様に光入力検出部 11 とコンパレータ 12 とスイッチング回路 13 と増幅部 14 と駆動部 15 と誤差検出部 16 とを有すると共に、コンパレータ 12 によって制御される別の駆動部 18 を含んでおり、この駆動部 18 は合波器 37 への増幅帯域内波長光源又は励起準位励起光源を発生する光源 36（39）を駆動する為の回路である。

【0060】尚、増幅部 14 は光増幅部 3 の光出力モニタ部 35 の光電気信号を増幅する回路であり、駆動部 15 はやはり光増幅部 3 の励起光源 31 に対する駆動部である。

【0061】この実施例の動作においては、誤差検出部 16 は図 10 の実施例と同様に光サージがあった時にはコンパレータ 12 の出力に対応した値を基準値として駆動部 15 を介し励起光源 31 を制御するが、より一層の光増幅部 3 に対する利得低減（遮断を含む）を行う場合には、コンパレータ 12 は駆動部 18 を制御することに

より光源 36（39）から増幅帯域内波長光源又は励起準位励起光源を合波器 37 を介してドープファイバ 33 に与えることにより主信号光に対する励起準位吸収をより大きなものとする事が出来、励起光源 31 の制御を補助することが出来る。

【0062】図 13 は光出力制御回路の更に別の実施例を示したもので、この実施例は図 5 及び図 6 の実施例に適応出来るものである。

【0063】即ち、この光出力制御回路は図 12 と同様に光入力検出部 11 とコンパレータ 12 とスイッチング回路 13 と増幅部 14 と駆動部 15 と誤差検出部 16 と駆動部 18 とを備えているが、図 12 の実施例と異なる点は駆動部 18 がコンパレータ 12 によって制御されて光スイッチ 42 を制御する点である。

【0064】従って、通常の動作においては、誤差検出部 16 は設定値 r_{ref} に従って駆動部 15 を制御し、励起光源から励起光を出力させることによって合波器 32 を介してドープファイバ 33 で主信号光との合波を行い、サーキュレータ 40 を通って分波器 34 から光出力を行うと共にその一部の光を光分岐部 41 を介して光出力モニタ部 35 でモニタし、その電気信号を増幅部 14 で出力することにより常時設定値とこの増幅部 14 との誤差を検出して設定値に一致させるように制御している。

【0065】一方、光サージが発生した時には、誤差検出部 16 はコンパレータ 12 の出力に一致するように制御すると共に、コンパレータ 12 の出力は駆動部 18 にこの事を知らせるので、光スイッチ 42 は OFF から ON に切り替わり、従って分波器 34 からの分波光は更に光分岐部 41 で分岐され光スイッチ 42 を通ってサーキュレータ 40 に与えられることによりドープファイバ 33 に逆方向に投入することが出来るので、光増幅部 3 の利得を低下又は遮断する事が可能となる。

【0066】

【発明の効果】以上説明した様に本発明に係る光増幅装置によれば、その光伝送経路に分散補償ファイバを挿入し、入力光が分散補償ファイバを通過している間に光サージの検出を行い、この光サージ検出時に光増幅部での利得を低減又は遮断するように構成したので、サージが発生してもこのサージピークが次々と後続の光増幅装置に受け渡されるようなことが無くなり、素子の破壊等を防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る光増幅装置の構成原理（その 1）を示したブロック図である。

【図 2】本発明に係る光増幅装置の光増幅部の構成例（その 1）を示したブロック図である。

【図 3】本発明に係る光増幅装置の光増幅部の構成例（その 2）を示したブロック図である。

【図 4】本発明に係る光増幅装置の光増幅部の構成例

(その 3) を示したブロック図である。

【図 5】本発明に係る光増幅装置の光増幅部の構成例(その 4) を示したブロック図である。

【図 6】本発明に係る光増幅装置の光増幅部の構成例(その 5) を示したブロック図である。

【図 7】本発明に係る光増幅装置の構成原理(その 2) を示したブロック図である。

【図 8】本発明に係る光増幅装置の構成原理(その 3) を示したブロック図である。

【図 9】本発明に係る光増幅装置の構成原理(その 4) を示したブロック図である。

【図 10】本発明に係る光増幅装置に用いる光出力制御回路の実施例(その 1) を示したブロック図である。

【図 11】本発明に係る光増幅装置に用いる光出力制御回路の実施例(その 2) を示したブロック図である。

【図 12】本発明に係る光増幅装置に用いる光出力制御回路の実施例(その 3) を示したブロック図である。

【図 13】本発明に係る光増幅装置に用いる光出力制御回路の実施例(その 4) を示したブロック図である。

【図 14】従来の構成原理を示したブロック図である。

【図 15】光ドープファイバを用いた従来例を示したブロック図である。

【図 16】光サージの発生原因及び光サージとなる光波形の例を示した図である。

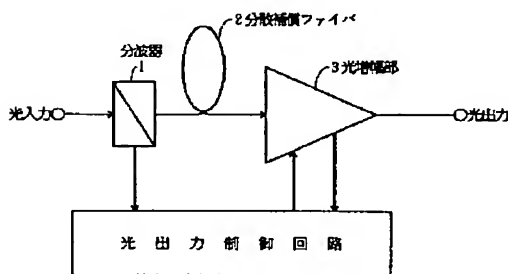
【符号の説明】

- 1 分波器(分岐カプラ)
- 2 分散補償ファイバ
- 3 光増幅部
- 4 光出力制御回路
- 5 可変光減衰器
- 5' 光スイッチ
- 6 光分岐部
- 31 励起光源
- 32 合波器
- 33 Eドープファイバ
- 34 分波器
- 35 光出力モニタ部
- 36 増幅帯域内波長光源
- 39 励起準位励起光源
- 40 サークュレータ
- 41 分岐カプラ
- 42 光スイッチ
- 43 波長分岐フィルタ

图中、同一符号は同一又は相当部分を示す。

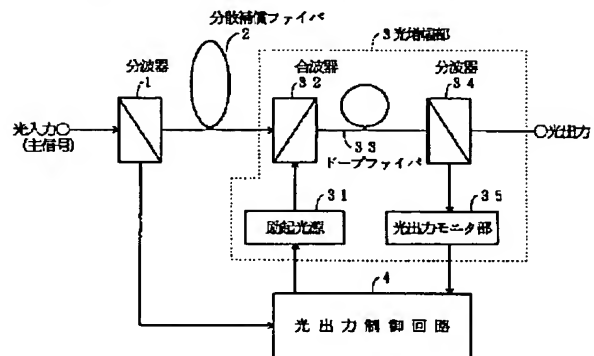
【図 1】

本発明(その 1)の構成原理図



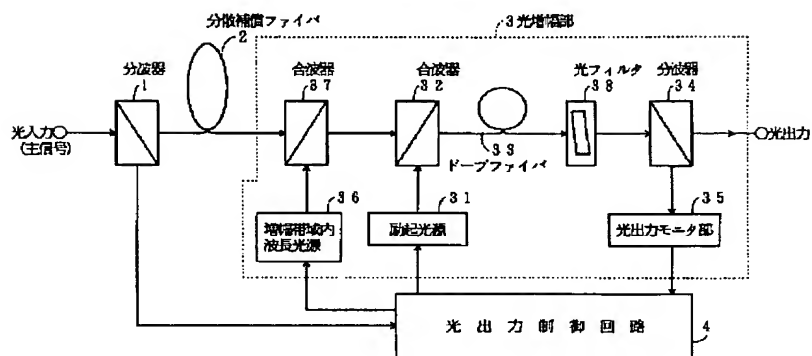
【図 2】

本発明の光増幅部の構成例(その 1)



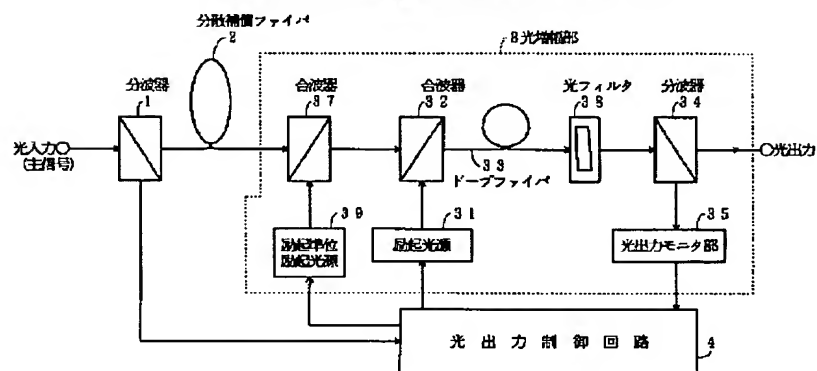
【図 3】

本発明の光増幅部の構成例（その2）



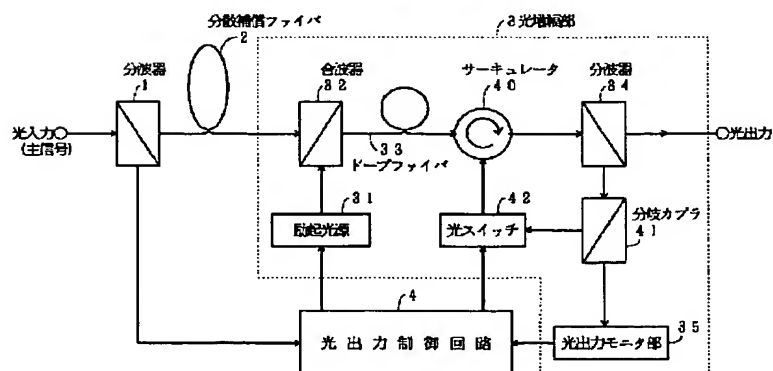
【図 4】

本発明の光増幅部の構成例（その 3）



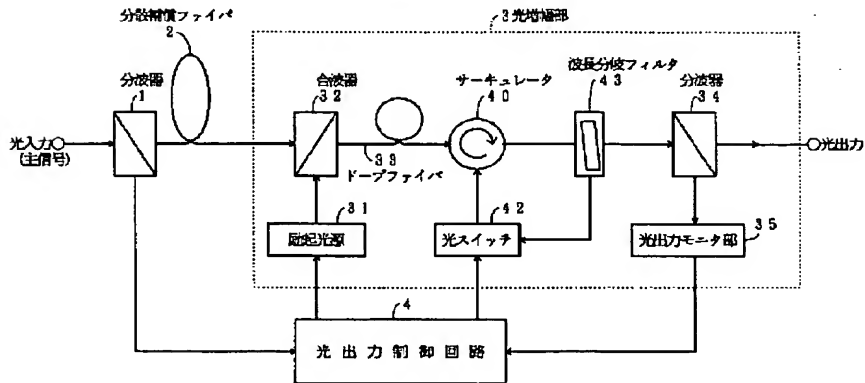
【図5】

本発明の光増幅部の構成例（その４）



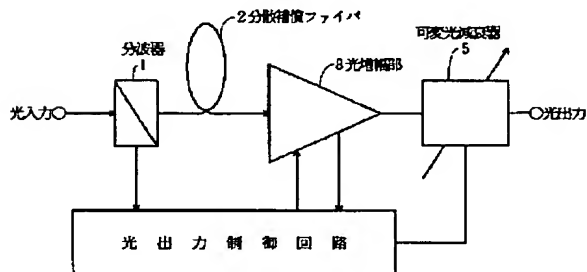
【図 6】

本発明の光増幅部の構成例 (その 5)



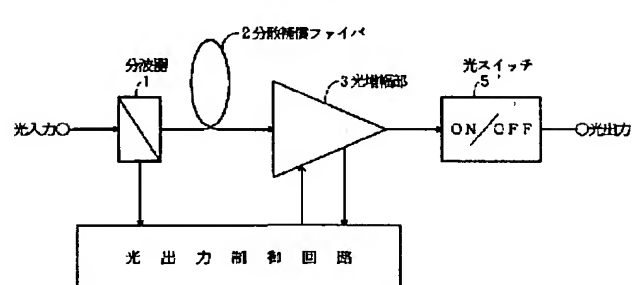
【図 7】

本発明 (その 2) の構成原理図



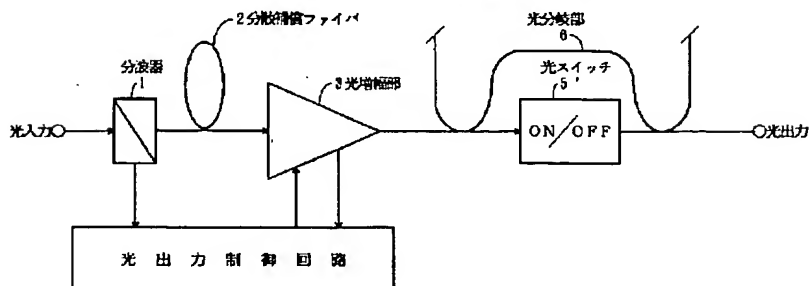
【図 8】

本発明 (その 8) の構成原理図



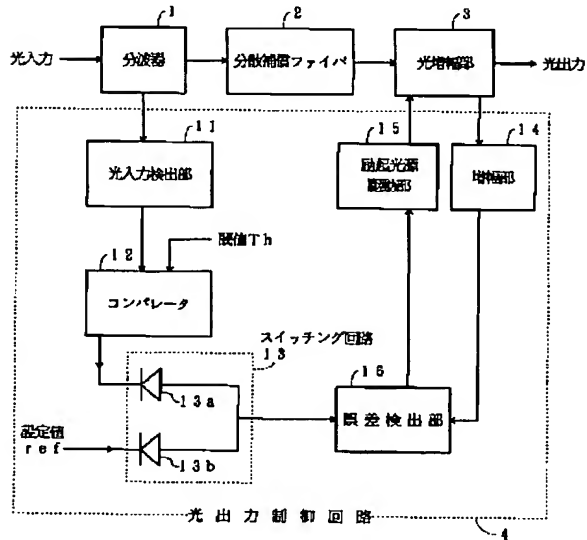
【図 9】

本発明 (その 4) の構成原理図



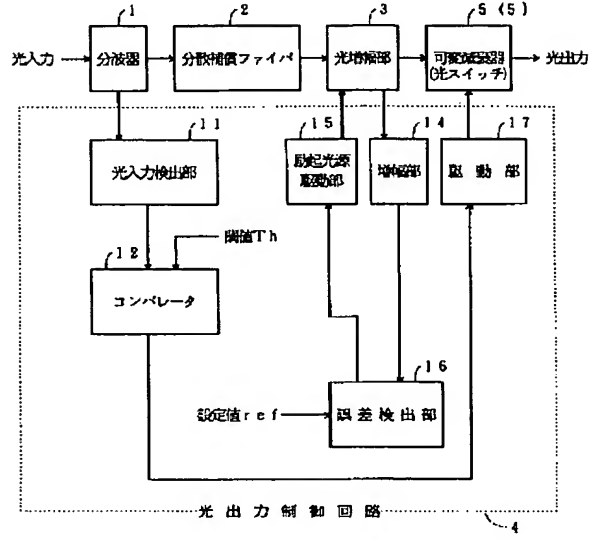
【図 10】

光出力制御回路の実施例 (その 1)



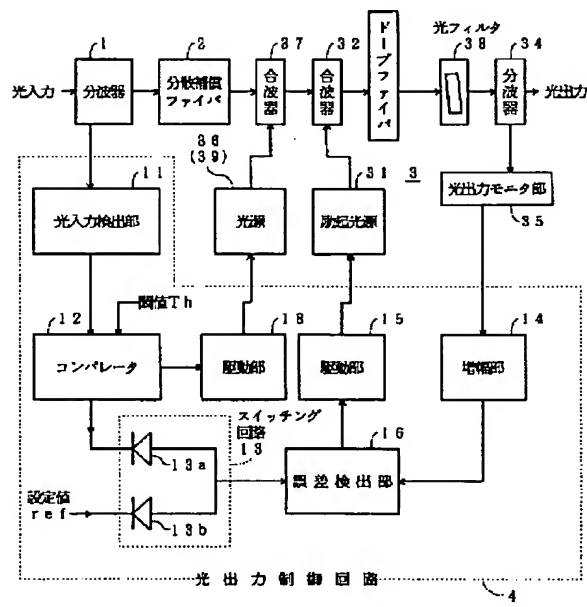
【図 11】

光出力制御回路の実施例 (その 2)



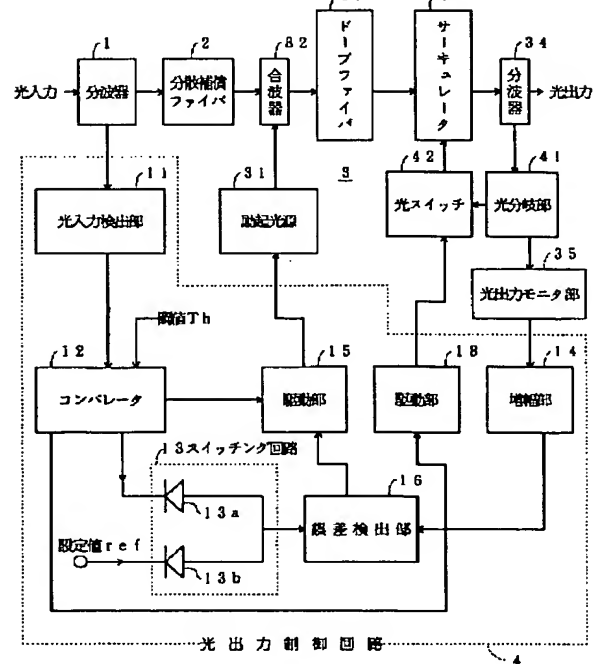
【図 12】

光出力制御回路の実施例 (その 3)



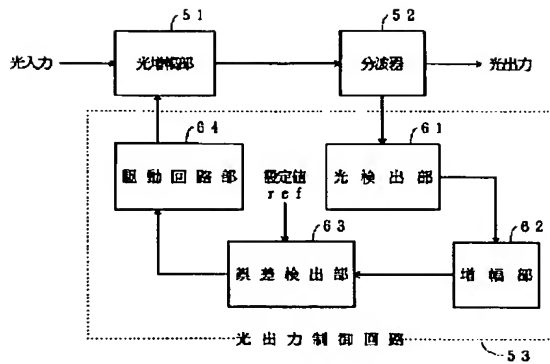
【図 13】

光出力制御回路の実施例 (その 4)



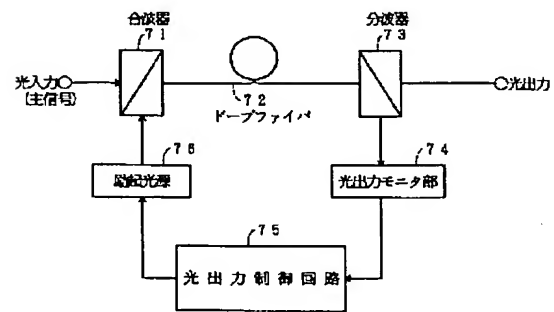
【図 14】

従来例



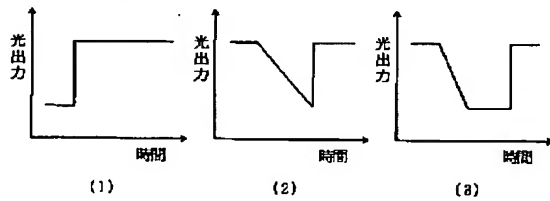
【図 15】

従来例 (ドープファイバを用いた場合)



発生要因及び光サージとなる光波形の例

(a) 光サージ発生要因となる入力光波形例



(b) 光サージ例

